

CAPÍTULO 6

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA NEUROLÓGICA PEDIÁTRICA

Daniel Suárez*

✉ daniel.suarez01@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-7072-3314>

Liseth Rey*

✉ liseth.rey00@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-1361-1631>

Leidy Madrid*

✉ leidy.madrid01@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0001-5980-3041>

Diana Quiguanas*

✉ diana.quiguanas00@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-8349-1567>

* Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Suárez D., Rey L., Madrid L. y Quiguanas D. Instrumentos y técnicas de evaluación de la marcha neurológica pediátrica. En: Perafán-González DY. (Ed. científica). Perspectivas de la marcha humana. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 185-223.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACION DE LA MARCHA NEUROLOGICA PEDIATRICA

INSTRUMENTS AND TECHNIQUES FOR EVALUATING
PEDIATRIC NEUROLOGICAL GAIT

Daniel Suárez

© <https://orcid.org/0000-0002-7072-3314>

Liseth Rey

© <https://orcid.org/0000-0002-1361-1631>

Leidy Madrid

© <https://orcid.org/0000-0001-5980-3041>

Diana Quiguanas

© <https://orcid.org/0000-0002-8349-1567>

RESUMEN

Este capítulo ofrece al lector una adecuada diferenciación entre dos herramientas aplicadas durante un proceso de evaluación de la marcha neurológica pediátrica ya sea para procesos de rehabilitación, quirúrgicos o de carácter investigativo, este último se podrá fundamentar en el capítulo en el momento de escoger el instrumento y la técnica adecuada que brinden la información que apropiada en base a los objetivos del estudio.

Por un lado encontramos el instrumento de evaluación que se define como una herramienta conceptual o material, mediante la cual se recoge los datos e informaciones, por medio de preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado, el cual se le otorga el propósito de obtener la cifra o cantidad con lo cual se va a verificar el éxito de los

objetivos del estudio que se esté llevando a cabo y por el otro lado tenemos la técnica de evaluación la cual es aquella que se define como “procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables, para ser utilizados como datos científicos”, relacionadas con el uso de diferentes procedimientos llevados a cabo por el uso algún tipo de maquinaria, las cuales contienen, recogen, transfieren, energía y datos para elaborar un resultado, para su uso en la investigación. Entonces se puede apreciar que las técnicas son la forma de recopilar los datos de una manera específica y el instrumento es el aquel que me recopila la información y me ofrece un resultado.

PALABRAS CLAVE: estrategias de intervención, entrenamiento de marcha neurológica, hipoterapia, aprendizaje motor, entrenamiento locomotor.

ABSTRACT

This chapter offers the reader an adequate differentiation between two tools applied during a pediatric neurological gait assessment process, whether for rehabilitation, surgical or investigative processes, the latter can be based on the chapter when choosing the instrument and the appropriate technique that provide the appropriate information based on the objectives of the study.

On the one hand we find the Evaluation Instrument that is defined as a conceptual or material tool, through which data and information are collected, through questions, items that require answers from the researched, which is given the purpose of obtaining the figure or quantity with which the success of the objectives of the study that is being carried out will be verified and on the other hand we have the evaluation technique which is defined as “procedures by which valid information is generated and reliable, to be used as scientific data”, related to the use of different procedures carried out by the use of some type of machinery, which contain, collect, transfer, energy and data to produce a result, for use in the investigation. Then you can see that the techniques are the way to collect the data in a specific

way and the instrument is the one that collects the information and offers me a result.

KEYWORDS: intervention strategies in pediatric neurological gait training, Intervention strategies, neurological gait training, hypotherapy, motor learning, locomotor training.

1. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Víctor Niño en su libro *Metodología de la investigación* hace referencia a la definición de Sabino (1998) el cual determina que un instrumento “es cualquier recurso del cual se puede valer el investigador para acercarse a los fenómenos y obtener de ellos información” (1); pero el mismo Niño menciona que la palabra recurso tiene un amplio campo de significados; así mismo, el autor aclara entonces, que se le debe asignar una especificación o finalidad, la cual, en el caso de Sabino fue la palabra extraer, que en esta ocasión da a entender que se refiere a medios, útiles, pruebas o herramientas. De igual modo, Ñaupas (2018) plantea que un instrumento es una “herramienta conceptual o material, mediante la cual se recoge los datos e informaciones, por medio de preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado”; así mismo menciona la descripción que le concede Valdivia (2008), “es cualquier medio concreto, tangible que permite recoger datos, en forma sistemática, ordenada según una intencionalidad prevista” (2). Además de Niño y Ñaupas, Arias (3) consideran en su libro, que el instrumento es cualquier medio, mecanismo o formato ya sea material o virtual, el cual se emplear para adquirir o reunir datos.

En cuanto a la función del instrumento, Niño (1) menciona que el propósito de ésta es obtener la cifra o cantidad con lo cual se va a verificar el éxito de los objetivos del estudio; de igual manera calcular la variable y finalmente ratificar las hipótesis, si es que éstas están propuestas en el estudio. De igual modo Hernández, hace referencia a la propiedad que le asignan Grinnell, Williams y Unrau a un instrumento y, “es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (4).

De este modo podemos concluir, que los instrumentos nos facilitan realizar el proceso de toma de datos de forma organizada y específica, para que así sean sometidos a un respectivo procedimiento de análisis el cual concluirá con la confirmación o no, de la hipótesis que se llegara a plantear en el estudio o el logro de los objetivos planteados por el autor.

2. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

De la misma forma en que se usan los instrumentos de evaluación de la marcha, ya sea en una investigación o en el ámbito clínico, también podemos encontrar otro tipo de estrategias que igualmente se pueden emplear, que en este caso se denominan como técnicas. En el campo de la investigación se encuentra gran número de definiciones para la palabra “técnica”; a pesar de que los autores lo ven desde diferentes puntos de vista, tienen algo en común y es el apoyo que dan a un proceso de investigación. Algunos autores las denominan como técnicas de recolección de información y aunque tengan alguna semejanza con los instrumentos, tienen grandes diferencias.

Yuni en su libro las define como “procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables, para ser utilizados como datos científicos” (5). Como se puede apreciar cumplen análogamente a los instrumentos una función en la obtención de información; por otro lado de acuerdo con García (6) están relacionadas con el uso de diferentes procedimientos llevados a cabo por el uso de algún tipo de maquinaria, las cuales contienen, recogen y transfieren, energía y datos para elaborar un resultado, con el fin de usarlos en la investigación. Como se puede apreciar el autor considera que el uso de equipos tecnológicos ayuda y facilita la recolección de la información, siendo estos más precisos, minimizando los sesgos de la investigación.

Otros autores presentan definiciones con conceptos similares, como es el caso de Niño que afirma que las técnicas son “operaciones, procedimientos o actividades de investigación, por ejemplo la

observación y la entrevista” (1); por el otro lado, Pimienta las interpreta como “la conjunción o procedimientos que permiten el uso coordinado de diversos instrumentos y herramientas, para llevar a cabo el método que orientará la investigación” (7). Estos autores relacionan sus definiciones con la palabra procedimiento, a la cual debe estar sometida la investigación que se esté realizando. Como lo hace notar Pimienta, este las vincula con el uso articulado de los instrumentos, enfatizando que estos se pueden aplicar en conjunto con las técnicas durante el proceso de investigación.

Durante la historia de la investigación se han presentado diferentes confusiones en cuanto a la definición de las técnicas en relación al método, y en ocasiones les otorgan la misma función. Lerma (8) ratifica que las técnicas son recursos de los cuales el investigador se vale para completar las diferentes fases de operaciones limitadas; por otro lado, expresa que el método está más enfocado hacia la organización en el desarrollo de la investigación el cual vincula diferentes técnicas. De esta forma se infiere que las técnicas cumplen roles específicos en momentos determinados durante la investigación.

Finalmente, Yuni añade que las técnicas “comprenden los procedimientos” (5) para:

- 1) Realizar observaciones de la realidad.
- 2) Elaborar instrumentos que posibiliten tal observación o medición.
- 3) Evaluar la validez de esos instrumentos.
- 4) Aplicar esos instrumentos a sujetos o fenómenos sociales bajo estudio siguiendo ciertos procedimientos y rutinas estandarizadas y de cuyo cumplimiento se deriva la calidad de los datos obtenidos.
- 5) Procesar y analizar la información sin introducir sesgos o distorsiones en su interpretación.

3. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA PEDIÁTRICA NEUROLÓGICA

3.1 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA PEDIÁTRICA NEUROLÓGICA

3.1.1 Medida de la función motora gruesa (GMFM)

Es un instrumento diseñado para evaluar de forma observacional el desarrollo o magnitud del cambio de habilidades motoras en niños con parálisis cerebral (PC) con edades entre los cinco y dieciséis años, por medio de diferentes ítems que el paciente debe realizar y se encuentran divididos en cinco dimensiones, (A) Acostado y rolado (17 ítems); (B) Sentado (20 ítems); (C) Gatear y arrodillarse (14 ítems); (D) De pie (13 ítems); (E) Caminar, correr y saltar (24 ítems), para un total de 88 ítems; los cuales describen los movimientos que debe realizar el paciente y que el evaluador debe calificar dependiendo la habilidad con la que el niño se desempeñe, el sistema de puntaje numérico que se otorga de la siguiente manera [0] no inicia; [1] inicia; [2] alcanza parcialmente; [3] completa o [NE] cuando el ítem no es evaluado (9,10,11).

Con un tiempo de 60 minutos aproximadamente para su aplicación, –el evaluador debe estar familiarizado con las pautas y la hoja de puntaje recomendada– se ha considerado que la GMFM es el criterio estándar para evaluar la capacidad motora en poblaciones heterogéneas de niños con PC. Teniendo en cuenta que el objetivo principal de esta herramienta es evaluar la función motora gruesa, al mismo tiempo puede ser de uso evaluativo para medir la magnitud del cambio longitudinalmente, discriminatorio con relación a la clasificación de la función motora gruesa (GMFCS), o predictivo al ser comparado con curvas motoras; además puede ser utilizado como una medida de resultados clínicos y de investigación, y existe evidencia considerable de su fiabilidad, validez y capacidad de respuesta (12,13,11).

Con respecto a la evaluación de la marcha en la dimensión “E”, la cual valora la capacidad de caminar, los ítems comprendidos entre

el número 68 (de pie, sostenido por una mano, caminar diez pasos hacia adelante), hasta el 74 (de pie, camina diez pasos consecutivos sobre una línea recta de dos centímetros de ancho) son los que específicamente están direccionados hacia esta actividad, en la cual el observador puede realizar un análisis de los parámetros espaciales de la marcha y el grado de dificultad que presente el paciente.

Ítem	E: CAMINAR, CORRER Y SALTAR		NE
65	DE PIE CON LAS MANOS SOBRE UN BANCO ALTO, DA 5 PASOS A LA DERECHA, APOYÁNDOSE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	65
66	DE PIE CON LAS MANOS SOBRE UN BANCO ALTO, DA 5 PASOS A LA IZQUIERDA, APOYÁNDOSE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	66
67	DE PIE, SUJETO POR LAS 2 MANOS, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	67
68	DE PIE, SUJETO POR 1 MANO, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	68
69	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	69
70	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE SE DETIENE, GIRA 180° Y REGRESA	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	70
71	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ATRÁS	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	71
72	DE PIE, CAMINA 10 PASOS HACIA ADELANTE, LLEVANDO UN OBJETO GRANDE CON LAS 2 MANOS	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	72
73	DE PIE, CAMINA 10 PASOS CONSECUTIVOS HACIA ADELANTE ENTRE UNAS LÍNEAS PARALELAS SEPARADAS 20cm	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	73
74	DE PIE, CAMINA 10 PASOS CONSECUTIVOS HACIA ADELANTE SOBRE UNA LÍNEA RECTA DE 20cm DE ANCHO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	74
75	DE PIE, PASA POR ENCIMA DE UN PALO ALTO SITUADO A LA ALTURA DE LAS RODILLAS, COMIENZA CON EL PIE DERECHO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	75
76	DE PIE, PASA POR ENCIMA DE UN PALO ALTO SITUADO A LA ALTURA DE LAS RODILLAS, COMIENZA CON EL PIE IZQUIERDO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	76
77	DE PIE, CORRE 4.5m , SE DETIENE Y REGRESA	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	77
78	DE PIE, DA UNA PATADA A UN BALÓN CON EL PIE DERECHO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	78
79	DE PIE, DA UNA PATADA A UN BALÓN CON EL PIE IZQUIERDO	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	79
80	DE PIE, SALTA 30cm DE ALTURA CON AMBOS PIES A LA VEZ	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	80
81	DE PIE, SALTA HACIA ADELANTE 30cm CON AMBOS PIES A LA VEZ	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	81
82	DE PIE, SALTA A PATA COJA SOBRE EL PIE DERECHO, 10 VECES DENTRO DE UN CÍRCULO DE 60cm	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	82
83	DE PIE, SALTA A PATA COJA SOBRE EL PIE IZQUIERDO, 10 VECES DENTRO DE UN CÍRCULO DE 60cm	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	83
84	DE PIE, AGARRÁNDOSE A LA BARANDILLA, SUBE 4 ESCALONES, AGARRÁNDOSE A LA BARILLA, ALTERNANDO LOS PIES	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	84
85	DE PIE, AGARRÁNDOSE A LA BARANDILLA, BAJA 4 ESCALONES, AGARRÁNDOSE A LA BARILLA, ALTERNANDO LOS PIES	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	85

87	DE PIE, BAJA 4 ESCALONES ALTERNANDO LOS PIES	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	87
88	DE PIE, SOBRE UN ESCALÓN DE 15cm, SALTA DEL ESCALÓN AMBOS PIES A LA VEZ	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	88
TOTAL DIMENSIÓN		<input type="text"/>	

Gráfica 8. Dimensión de la gross motor function measure

Fuente: Tomado de versión en español traducido por Marina Ferre Fernández; M^a Antonia Murcia González. Universidad Católica de Murcia UCAM (2018). Mediante convenio de traducción con CanChild Centre for Childhood Disability Research (McMaster University).

3.1.2 Clasificación de la función motora gruesa (GMFCS)

Este instrumento es una herramienta objetiva para clasificar la función motora gruesa en niños con PC menores de doce años y se ha convertido en la clasificación estándar para este tipo de población. Es una prueba de carácter primordial para obtener una mirada de las funciones, capacidades y limitaciones motrices gruesas (14,15).

El sistema está diseñado para cuatro rangos de edad (desde el nacimiento hasta los dos años, de dos a cuatro años, de cuatro a seis años y de seis a doce años). Cada versión específica de la edad tiene cinco niveles, que se distinguen en función de las capacidades funcionales y la necesidad de tecnología de asistencia, en la que el Nivel I indica la función motora bruta más alta y el nivel V, la más baja. El sistema de clasificación se usa en rehabilitación clínica para niños con PC en todo el mundo y para rastrear cambios relacionados con la edad de la capacidad funcional motora gruesa en estos niños; fue desarrollado para clasificar las capacidades funcionales de los niños con parálisis cerebral. Este instrumento se considera actualmente el más confiable y mejor conocido en la rehabilitación pediátrica de niños con parálisis cerebral. El sistema de clasificación de la función motora gruesa es una clasificación estándar utilizada en todo el mundo para medir la capacidad funcional motora gruesa en niños con PC, menores de doce años; es una herramienta común y útil para guiar las decisiones clínicas. Investigaciones recientes han indicado que el entorno físico, social y cultural y los factores

personales, como las preferencias, los intereses y la motivación, pueden influir en la movilidad de los niños con PC, especialmente en los mayores de seis años (16).

3.1.3 Puntaje de marcha visual de Edimburgo (EVGS)

Este instrumento se desarrolló para que, por medio de videos, se realice una evaluación de la marcha en población pediátrica que presente alteraciones neurológicas como parálisis cerebral (PC). Esta herramienta de evaluación incluye 17 variables que se analizan por medio de seis niveles anatómicos diferentes como: articulaciones de tronco, pelvis, cadera, rodilla, tobillo y pie; su puntuación se da por medio de tres puntos cada uno con 0 (normal), 1 (moderado) o 2 (marcado), teniendo en cuenta la normalidad del movimiento y su desviación desde los planos sagital, transversal y coronal en las fases de apoyo y equilibrio, en la cual se observan las diferentes fases (respuesta a la carga, apoyo medio, apoyo terminal, fase preoscilante, inicio de oscilación, oscilación media, oscilación terminal) de la marcha; 34 es la máxima puntuación (17, 18).

La marcha visual de Edimburgo es una herramienta rápida y fácil de usar porque permite evaluar el patrón de marcha en niños con parálisis cerebral y evalúa ambas extremidades inferiores (derecha) e (izquierda). Este instrumento también incluye en su aplicación parámetros espacio temporales como: velocidad de la marcha, longitud de paso, tiempo de la fase de apoyo y tiempo de la fase de balanceo (19, 20).

La aplicación de este incluye el uso de software de análisis de video con la capacidad de cámara lenta, zoom, e imágenes congeladas, las cuales son útiles porque permiten medir las articulaciones de tobillo (dorsiflexión de tobillo), en la fase de contacto inicial y flexión de rodilla y cadera en la fase de oscilación (17, 18 ,19, 20).



Figura 69. Evaluación de la marcha a través de Edinburgh Visual Gait

Fuente: Frozen Image from Video recording, Tzikalagia T, Ramdharry G. Using the Edinburgh Visual Gait Score to assess gait in children with cerebral palsy: A feasibility evaluation. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*.

3.1.4 Índice de desviación de la marcha (GDI)

Creado por Schwartz y Rozumalski en 2008, el GDI es un método que proviene del análisis tridimensional de la marcha, el cual suministra una puntuación numérica, que demuestra en términos generales la patología de la marcha. Los valores de puntaje van en un rango de 0 a 100 (puntuación de 100 o más indica ausencia de patología de la marcha); cada descenso de diez en el puntaje hace referencia a una desviación con controles sanos; se tiene evidencia que entre mayor complejidad patológica presenten los pacientes con parálisis cerebral espástica este índice muestra una disminución conforme la condición del paciente (21, 22, 23).

El GDI se fundamenta en nueve perfiles del cálculo de la longitud de los datos del usuario y la media del grupo de datos de referencia en las primeras quince propiedades de la marcha de cinemática del tobillo, la rodilla, la cadera y la pelvis en los planos sagital, transversal y coronal, más la progresión del pie. La desventaja del índice de desviación de la marcha es que se necesitó un extenso

grupo de personas para desarrollarse, esto limita a que se creen nuevas técnicas de análisis de la marcha con variables de más en las que se quiera añadir a la sensibilidad (23, 24, 25).

3.1.5 Medida de independencia funcional para niños (WEEFIM).

Es una herramienta de evaluación de las capacidades funcionales de los niños en edades comprendidas entre los cero a los siete años, que presentan discapacidades de desarrollo, genéticas o adquiridas. Está dividida en tres dominios: autocuidado, movilidad y cognición; igualmente estos se encuentran divididos en seis subdominios los cuales son: autocuidado, control de esfínter, transferencias, locomoción, comunicación, cognición social; al mismo tiempo estos subdominios contienen los 18 ítems que describen actividades de la vida diaria, cuya finalidad es evaluar el nivel de independencia de los pacientes. Cada ítem se califica con un puntaje de uno a siete; cada puntaje representa la independencia del paciente para realizar cada actividad dando como resultado una calificación final mínima de 18 y máxima de 126 (9, 11, 13, 26).

La aplicación de la escala también cumple una función discriminatoria y simultáneamente se presta para una evaluación regular debido a su corto tiempo de utilización de aproximadamente entre 15 y 30 minutos; debe ser realizada por un profesional calificado, el cual requiere de entrenamiento formal para aplicar correctamente la escala, acompañado de los complementos necesarios como son, el formulario WeeFIM score, instalaciones y materiales para observar el desempeño de la tarea, por medio de una entrevista semiestructurada al padre o cuidador del niño o mediante la observación de las actividades realizadas por el mismo paciente (11, 27).

Con respecto a la evaluación de la marcha, la herramienta en el subdominio de locomoción, el ítem número 12 hace referencia a cómo el paciente logra desplazarse, ya sea caminando, o con el uso de silla de ruedas o por medio de gateo, y dependiendo de la experiencia del evaluador este asignará una calificación acorde a su

criterio, en relación a la habilidad del paciente para llevar a cabo esta actividad teniendo en cuenta parámetros espacio temporales que logre analizar.

Tabla 12. Weefim Locomotion

LOCOMOTION			
12. Locomotion: Walk/ Wheelchair/Crawl		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Mode: W – Walk C- Wheelchair L- Crawl B- Both
13.Locomotion: Stairs		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
Mobility subtotal			

Fuente: Tomada de: icare Lifetime care; WeeFIM® - Score Sheet Brain Injury. <https://www.icare.nsw.gov.au/searchresults/?q=WeeFIM>

Tabla 13. Weefim Levels

WeeFIM® LEVELS
<p>NO HELPER</p> <p>7 Complete Independence (Timely, Safely) 6 Modified Independence (Device)</p> <p>HELPER – Modified Dependence</p> <p>5 Supervision 4 Minimal assistance (subject = 75% or more) 3 Moderate assistance (subject = 50% or more)</p> <p>Helper – Complete Dependence</p> <p>2 Maximal assistance (subject = 25% - 49%) 1 Total assistance (subject = 0% - 24%)</p>

Fuente: Tomada de: icare Lifetime care; WeeFIM® - Score Sheet Brain Injury. <https://www.icare.nsw.gov.au/searchresults/?q=WeeFIM>

3.1.6 Escala de calificación del médico (PRS)

Se desarrolla inicialmente para la evaluación de la marcha de niños con parálisis cerebral, se utiliza después de la inyección botulínica; se enfatiza en la posición del pie y la rodilla en posición, tiene seis clasificaciones categóricas referentes a la cadera y en mayor medida la posición de las rodillas y los tobillos. El objetivo de esta herramienta

es identificar y analizar las medidas más adecuadas para evaluar el rendimiento de la marcha y la calidad del movimiento en niños con PC en un entorno clínico (28).

3.1.7 Escala observacional de la marcha (OGS)

Desarrollada por el Centro Médico Rancho los Amigos en 1989, en California, USA es una escala de evaluación observacional que permite evaluar la marcha funcional en niños con PC; esta escala evalúa 24 ítems (tobillo/pie-6, rodilla-5, cadera-8 y pelvis-5) y utiliza métodos de aplicación como la electromiografía, la cual consiste en la aplicación de electrodos sobre la piel o insertados directamente en el músculo, permitiendo la activación muscular, para determinar en qué momento del ciclo de la marcha la musculatura analizada se encuentra o no activa; al iniciar el patrón de marcha, esta herramienta también permite la evaluación y análisis de algunos parámetros espacio- temporales como: longitud de paso, longitud de ciclo de zancada, fase de apoyo, fase de balanceo, y duración del ciclo de la marcha. Los parámetros ya mencionados se evalúan por medio de la observación con ayuda de métodos. La longitud de paso, ancho de paso, período de paso y apoyo plantar, hacen referencia a fases del ciclo de marcha, los cuales se observan en las extremidades inferiores (piernas); en cuanto a la fluidez del movimiento y balanceo se observa en las extremidades superiores (brazos); el desplazamiento del centro de masa / base del soporte incluye parámetros de optimización de la marcha los cuales incluyen saltos, desplazamientos, caídas, equilibrio, marcha con obstáculos, ayudas ortopédicas, y pruebas funcionales (28, 29).

3.1.8 Timed Up and Go (TUG)

Es una prueba fácil y rápida aplicada a niños ambulatorios con PC entre los tres y los diez años de edad en niveles de GMFCS I-III, mediante la cual se evalúa la movilidad funcional, específicamente la velocidad de la marcha, el equilibrio dinámico, y el control postural en varias posiciones (20, 28, 30, 31).

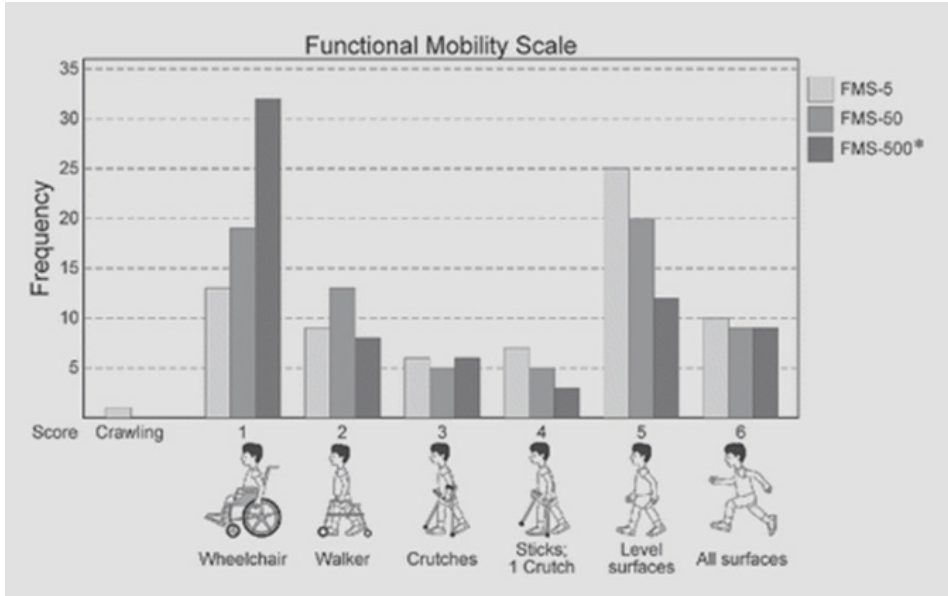
Durante la prueba se mide el tiempo que el niño requiere para levantarse de una silla que permita los 90° de flexión de cadera y rodilla al sentarse, no debe tener reposabrazos ni respaldo posterior; en ese momento se inicia el conteo de tiempo. Luego debe caminar una distancia de tres metros lo más rápido posible sin correr; enseguida deberá tocar un objeto en la pared, girar y finalmente regresar y sentarse en la silla nuevamente; el tiempo de evaluación es de aproximadamente diez minutos. Esta prueba fue adaptada para niños y adolescentes con PC; de igual manera existen valores de referencia de la prueba para la población pediátrica y adolescente. Los tiempos más largos en el TUG denotan un mayor deterioro en el equilibrio dinámico (28, 32, 33, 34).

El TUG tiene buenas propiedades psicométricas en niños con espina bífida (SB) y PC. Tiene excelente confiabilidad test-retest entre evaluadores, y diferencia entre niños con SB o CP en los niveles de GMFCS I, II y III. También se ha demostrado que los puntajes del TUG se correlacionan con los puntajes de la GMFM, 10 mWT, prueba de escaleras temporizadas hacia arriba y hacia abajo, y el inventario de evaluación pediátrica de discapacidad (31, 35).

3.1.9 Escala de movilidad funcional (FMS)

Este instrumento fue diseñado para evaluar la habilidad de movilidad funcional en niños de seis años con parálisis cerebral (PC); sus características o criterios de calificación consisten en evaluar la movilidad y función por medio del dispositivo de asistencia que utilice el niño en la vida cotidiana en tres distancias diferentes (hogar 5m, escuela 50m, comunidad 500m). Para cada distancia, el tipo de asistencia requerida se clasifica en una escala ordinal de 1 a 6 indicando si usa una silla de ruedas o camina independientemente sin un dispositivo de asistencia en todas las superficies. El FMS aborda exclusivamente la movilidad funcional en el nivel de rendimiento. Se utiliza la escala como una entrevista semiestructurada con el niño o un padre; se le pide al niño o al padre que identifique el nivel de funcionamiento habitual del niño, leyendo las descripciones de

los diferentes niveles. Las preguntas frecuentes tienen correlaciones moderadas con otras escalas de movilidad y con varios parámetros medidos durante la caminata sobre el nivel del suelo (26).



Gráfica 9. Functional Mobility Scale

Fuente: Ammann-Reiffer C, Bastiaenen CHG, Klöti C, van Hedel HJA. Concurrent Validity of Two Gait Performance Measures in Children with Neuromotor Disorders.

3.1.10 Herramienta de marcha de Salford (SF-GT)

Creada por Toro y cols en 2007 es una herramienta de evaluación observacional de la marcha para niños con PC, la cual analiza desde el plano sagital la posición del tronco, cadera, rodilla y el tobillo durante seis fases de la marcha (contacto inicial, apoyo doble final, apoyo medio, apoyo doble inicial, pre balanceo y balanceo medio). El desarrollo de esta herramienta se realizó con diez pacientes con PC, con edades entre los cinco y los diez años (28, 36).

El sistema de puntuación tiene como objetivo describir las posiciones de la cadera, la rodilla y el tobillo en los seis eventos de marcha (en

general 18 ítems). Los autores crearon una escala de cinco puntos (-2, -1, 0, 1, 2), para representar el cambio de los rangos de las articulaciones, tanto en categorías como en grados, para permitir a los examinadores describir cualitativamente la anormalidad de las articulaciones en estos eventos de marcha. Al finalizar, la suma de los puntajes suministra un indicativo de la patología de la marcha. Toro y cols compararon el SF-GT con 3DGA (análisis tridimensional instrumentado de la marcha) y encontraron que los LSD (diferencia menos significativa) entre SF-GT y 3DGA variaron de 1.41 a 27.14 grados; esto sugiere evidencia moderada a baja de validez de criterio que por otro lado, según la lista de verificación de COSMIN de calidad metodológica, la herramienta presenta una validez de criterio “justa” (++) (28, 29, 36, 37, 38).

Arch Phys Med Rehabil Vol 88, March 2007

326

DEVELOPMENT OF THE SALFORD GAIT TOOL, Toro

APPENDIX 1: SALFORD GAIT TOOL—SAGITTAL (SIDE) PLANE VIEW
 Enter the observed degrees of ranges of movement in the spaces below. Then assign a CATEGORY from the list on the left for each joint.

Name: Date: Diagnosis:	Initial Contact		End Double Support		Mid Stance		Start Double Support		Toe off		Mid Swing		Sum of Category Scores
TRUNK													
Circle observation:	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	Overall: normal
	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards	backwards
	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards	forwards (1)*
HIP													
CATEGORY:	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	
-2 = -21° or more extension													
-1 = -6° to -20° extension													
0 = -5° ext to 15° flexion													
1 = 16° to 45° flexion													
2 = 46° or more flexion													
KNEE													(5)*
CATEGORY:	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	
-2 = -16° or more extension													
-1 = -5° to -15° extension													
0 = -5° ext to 10° flexion													
1 = 11° to 45° flexion													
2 = 46° or more flexion													
ANKLE													(0)*
CATEGORY:	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	degrees	category	
2 = 21° or more DF	DF		DF		DF		DF		DF		DF		
1 = 1° to 20° DF													
0 = neutral 0° to -15° PF	PF		PF		PF		PF		PF		PF		
-1 = -16° to -45° PF													
-2 = 46° or more PF													
Ankle	toe strike				Heel off the floor?								
	flat foot				Yes								
	heel strike				No								

Initial Contact = first frame when the foot makes contact with the floor.
 End Double Support (loading response) = first frame when toes of opposite foot come off the floor right leg. Right leg
 Mid Stance = opposite foot is going behind stance leg, toes are just peeping out at the front of stance leg. Left leg
 Start Double Support (terminal stance) = first frame when opposite foot touches the ground left leg.
 Toe Off (initial swing) = first frame when toes (or foot) of front leg have just left the floor.
 Mid Swing = first frame when heel of stance leg becomes visible behind swinging heel.
 (*): the numbers in brackets show the SUM of CATEGORY SCORES observed for NORMAL gait.
 Abbreviations: DF, dorsiflexion; PF, plantarflexion.

Gráfica 10. Salford Gait

Fuente: El desarrollo y la validez de la herramienta Salford Gait: una herramienta de evaluación de la marcha clínica basada en la observación. Toro y Cols. 2007³⁹

3.2.11 Escala de Recuperación Neuromuscular Pediátrica (Peds NRS)

Inicialmente se creó para evaluar la aptitud neuromuscular de personas con lesión de médula espinal (LME) para efectuar actividades funcionales específicas, sin el uso de ayudas externas o compensaciones. Esta escala evalúa que la persona pueda realizar una sucesión de movimientos y transiciones, analizando los patrones de movimientos del paciente cuando ejecuta catorce tareas funcionales; contrasta los movimientos con los premórbidos, recalcando que no admite la compensación de músculos débiles o que no admite la compensación de músculos débiles o algún tipo de parálisis con dispositivos más fuertes.

Al mismo tiempo se aplica para clasificar músculos del tronco y de las extremidades inferiores (40, 41).

La Escala de Recuperación Neuromuscular Pediátrica fue adaptada del NRS para adultos y es una medida válida y confiable de recuperación funcional sin compensación en niños con LME de uno a doce años. Sin embargo, a diferencia de la LME en la edad adulta, esta alteración pediátrica se asocia con un alto riesgo de complicaciones músculo esqueléticas complejas, como la subluxación de la cadera, la escoliosis neuromuscular y las complicaciones de las extremidades superiores. El NRS Peds evalúa la función de nivel inferior, como el control del tronco durante el equilibrio sentado, así como la función de nivel superior y la cantidad de apoyo necesario para pararse y caminar. Por lo tanto, el NRS Peds puede ser una medida útil para evaluar la calidad de los movimientos funcionales en niños con mielomeningocele (MMC) (40, 41, 42).

La validez de contenido se determinó mediante la metodología Delphi en la que se obtuvo el consenso de un grupo de expertos. En el momento de realizar la validación de esta escala en población pediátrica con lesión medular ocurrieron varios desafíos, como la complejidad de instrucciones, elementos de prueba que son inapropiados para el desarrollo y, la necesidad de factorizar el desarrollo motor en la escala de recuperación motora; de igual manera, el marco de “movimiento

previo a la lesión” puede ser menos aplicable a los niños lesionados jóvenes y que no han desarrollado planificación motriz, el desarrollo y la ejecución de movimientos avanzados (40).

La prueba consta de trece ítems, aunque se debe tener en cuenta que los tres ítems que evalúan la extremidad superior se hacen por separado para cada lado, por lo que algunos autores plantean que son 16 ítems, divididos en cuatro subsecciones: sentado, función de la extremidad superior, de pie y caminando. Para administrar el NRS Peds, se necesita un banco ajustable en altura, una mesa de colchoneta, varios manipuladores de motores finos y una pelota. Los ítems de pie y caminando pueden requerir personal adicional para administrar (40, 41).

Para cada ítem, los puntajes reflejan habilidades apropiadas para la edad desde el puntaje más bajo “1A; incapaz” hasta el puntaje más alto “4C; totalmente recuperado” en relación con las demandas de la tarea. Después de administrar la prueba, el puntaje de cada ítem se encierra en un círculo en una tarjeta de puntaje, lo que permite al evaluador determinar los ítems con la puntuación más baja (40).

Tabla 14. Variables de NRS Peds

Peds NRS variable
Item 1 (Supine-to-sit)
Item 2 (Sit-inside base of support)
Item 3 (Sit-outside base of support)
Item 4 (Object to mouth-right)
Item 5 (Object to mouth-left)
Item 6 (In-hand manipulation-right)
Item 7 (In-hand manipulation-left)
Item 8 (Reach overhead-right)
Item 9 (Reach overhead-left)
Item 10 (Sit-to-stand)
Item 11 (Static standing)
Item 12 (Dynamic standing)
Item 13 (Walking)

Fuente: Flores MB, Manella KJ, Ardolino EM. Relationship between Movement Quality, Functional Ambulation Status.

3.2.12 Análisis de la marcha visual (VGA)

Esta herramienta fue utilizada para evaluar los cambios en la marcha de los pacientes neurológicos; está indicada para la evaluación de la marcha normal y patológica, en niños muy pequeños, menores de cuatro a seis años y en individuos con poca comprensión y cooperación.

Se evalúa la marcha en planos coronal y sagital; se analiza de acuerdo con 17 parámetros para cada extremidad inferior, que corresponden a elementos clave de la marcha normal y patológica; se gradúan en un rango de tres puntuaciones (0: normal, 1: moderado y 2: marcado), la puntuación máxima es 34. Se analizan seis niveles anatómicos diferentes: tronco, pelvis, cadera, rodilla, tobillo y pie, en los planos transversal, coronal y sagital y las fases de apoyo y equilibrio de la marcha. Se hicieron marcas anatómicas para facilitar la observación de los videos. Además, se realizan marcas hechas con pintura blanca en la rótula y el lado posterior del calcáneo, así como los marcadores en las crestas ilíacas anterosuperiores, como marcadores en el sacro y la superficie dorsal de los pies (a nivel del segundo metatarsiano), respectivamente, para identificar mejor las desviaciones en el plano transversal y coronal de las piernas. Para las personas que muestran dificultades para caminar en línea recta, se colocaron marcadores en el piso con cinta adhesiva con fines de orientación (20).

3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA

3.2.1 Análisis tridimensional instrumentado de la marcha (3DGA)

El 3DGA es una herramienta de evaluación muy conocida que se usa en niños con PC (22) para la valoración del patrón motor (4); facilita la descripción del problema de la marcha y apoya en la toma de decisiones para la planificación y la evaluación de la intervención en niños con alteraciones motoras (21, 43) convirtiéndose así, en un examen de gran importancia para estos pacientes tanto en el ámbito clínico como en el de la investigación (24).

Se considera el 3DGA como el estándar de oro para la evaluación de la marcha, suministrando datos cuantitativos durante la observación (18, 44). Este análisis proporciona al examinador datos en forma de imágenes que expresan parámetros espacio-temporales (pasos, cadencia, velocidad de marcha) y cinemática de las extremidades inferiores en la pelvis, cadera, rodilla y tobillo en los planos sagital, frontal y transversal (15, 22).

La aplicación de este método de análisis biomecánico requiere de gran cantidad de recursos tanto tecnológicos, los cuales son equipos sofisticados y de alto costo –de igual manera es de suma importancia el conocimiento del personal de salud–, como fisioterapeutas e ingenieros biomédicos que deben poseer experiencia que para el manejo del sistema y su análisis, factores que reducen la disponibilidad en todos los centros de atención (18, 22, 24, 38, 45).

Este sistema de análisis requiere del uso de diferentes equipos y software para realizar la captura precisa del movimiento, como sistemas de captura de entre 6 y 8 cámaras Vicon Motion (Oxford, Reino Unido), sistema de marcadores como el Helen Hayes, modelos cinemáticos como el Plug-in-gait (v4.6), Workstation, Orthotrak (v5.0) y modelo del cuerpo humano (HBM) (15, 22, 24, 43, 46, 47, 48).

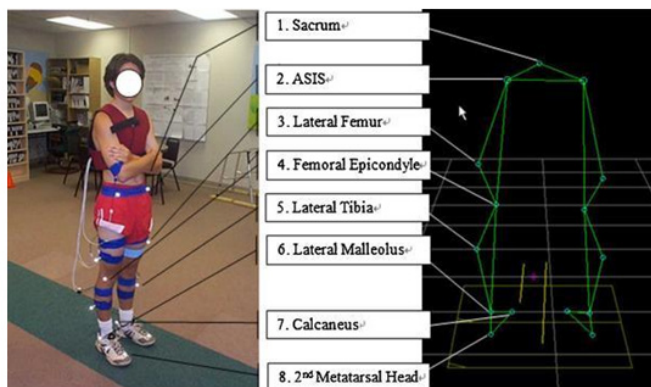


Figura 70. Modelo Plug-in-Gait

Fuente: Imagen tomada de Biomechanical and perceived differences between overground and treadmill walking in children with cerebral palsy. Gait & Posture. 2016

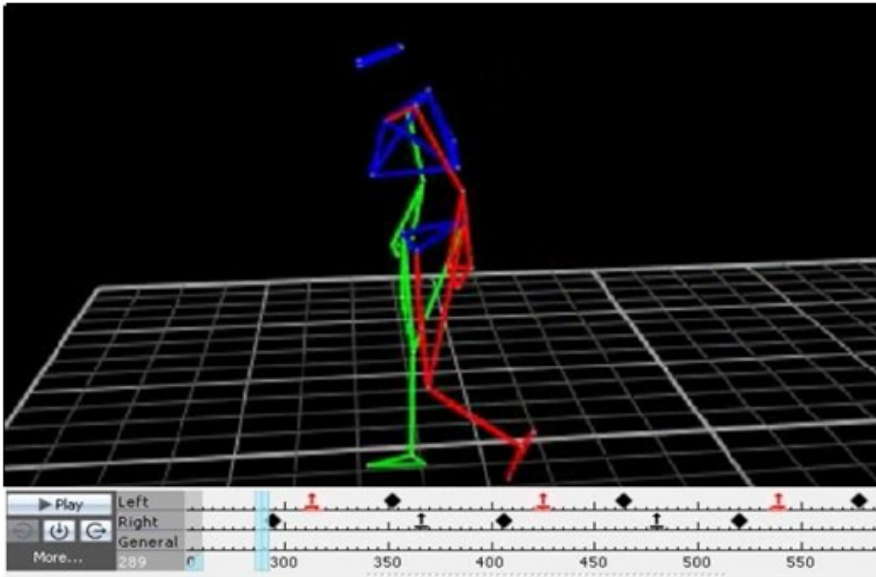


Figura 71. Análisis de la marcha tridimensional

Fuente: Imagen tomada de: Position Between Trunk and Pelvis During Gait Depending on the Gross Motor Function Classification System, 2017

3.2.2 Caminata a velocidades preferidas y rápidas

Este método fue diseñado para evaluar pacientes con alteraciones neurológicas, lo cual permite evaluar algunos de los parámetros espacio-temporales durante la marcha. Consiste en la realización de la marcha en una superficie no inclinada; el paciente debe caminar en dos fases: la primera consiste en caminar la distancia que sea requerida por el evaluador a una velocidad de paso normal, y la segunda a velocidad de paso rápido. Las variables que aporta la realización de esta prueba son: el tiempo necesario para cada fase, la velocidad a paso rápido y normal, el número de pasos realizados, la cadencia (número de pasos por unidad de tiempo) y la longitud del ciclo o zancada rápida y normal (9, 50).

3.2.3 Índice de marcha dinámica (DGI)

Es un método basada en el rendimiento que cuantifica la inestabilidad del equilibrio dinámico; desarrollada por Shumway-Cook y Woollacott, evalúa la capacidad del individuo para modificar la marcha en respuesta a las funciones cambiantes durante la marcha. En adultos, se ha demostrado que DGI permite comparaciones entre grupos de pacientes con diversas patologías que conducen a problemas de equilibrio y contiene excelentes propiedades psicométricas. La prueba se completa en aproximadamente diez m. (30).

Aunque la incidencia de trastornos del equilibrio y la alta incidencia de caídas en niños con parálisis cerebral (PC) son bien conocidas, en la literatura ha habido muy poco esfuerzo para cuantificar la estabilidad dinámica de la marcha de estos niños. Por el contrario, la mayor parte de la literatura se centra en evaluar la inestabilidad del equilibrio observada en estos niños con métodos de medición de la postura de pie. El DGI es una herramienta sensible y eficiente para adultos y, por lo tanto, puede ser una herramienta útil para los niños (30).

3.2.4 Unidades de medición de inercia (IMU)

Es un sistema micro-electro-mecánico para evaluar el movimiento corporal mediante el uso de sensores portátiles adheridos al cuerpo en puntos anatómicos específicos, los cuales son relevantes para la investigación. Estos sensores ofrecen una variedad de combinaciones los cuales incluyen acelerómetros, giroscopios y magnetómetros; estos están contenidos en pequeñas carcasas que el paciente puede transportar sin restricciones durante las horas que sean necesarias para la investigación. Esta variedad de tecnología permite al evaluador medir datos de aceleración y velocidad angular de los segmentos; de igual manera se pueden utilizar para identificar posturas y clasificar varios movimientos diarios relacionados con el estado funcional de un individuo, mediante sistemas de clasificación basados en umbrales o estadísticos (51, 52, 53, 54, 55).

Entre los diferentes tipos de datos con respecto al análisis de la marcha que es posible obtener por los IMU se encuentran, el conteo de pasos, la velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud de la zancada, la separación del pie, asimetría derecha-izquierda, soporte doble, postura y tiempo de oscilación, variabilidad entre zancadas pero también tipo, duración e intensidad de las actividades; igualmente se pueden evaluar las características de la marcha en entornos de la vida real y permitir comparaciones directas con la marcha medidas en el laboratorio (49, 51, 52, 56, 57).

El uso en población pediátrica con déficits neuromotores es poco y se han probado pocas configuraciones de sensores. El solo análisis de la colocación del pie estima con precisión los parámetros espacio-temporales en niños con un bajo nivel de discapacidad, mientras que los sensores en las extremidades inferiores (piernas y muslos) demostraron una mayor precisión para la estimación de la velocidad en niños con mayores niveles de discapacidad (GMFCS III). En otras investigaciones ubicaron un sensor en el tronco para medir adecuadamente los parámetros de control postural y estimar con precisión la cadencia (56).

3.2.5 Software Nexus

El software Nexus (Oxford Metrics, Oxford) se usó para definir ciclos de marcha, calcular parámetros espacio-temporales y estimar ángulos articulares, momentos internos y potencias normalizadas a la masa corporal (58).

El software Nexus se utiliza para estimar los ciclos de marcha, los ángulos articulares y los momentos articulares, que se normalizaron a la masa corporal. Las formas de onda cinemática y cinética también se normalizaron en el tiempo al ciclo de la marcha, o a la fase de postura y balanceo cuando es apropiado (44)

3.2.6 Placas de fuerza

Son dispositivos electrónicos los cuales registran las fuerzas de reacción del suelo que se producen durante las fases de apoyo de la marcha, este método de evaluación de la marcha es el estándar de oro para la evaluación del análisis del contacto y despegue del pie ya que permite una medición de la fuerza dinámica del pie más precisa (59, 60, 61).

La placa, al estar integrada en el suelo permite que con tan solo un contacto que realice el paciente capte los diferentes momentos y potencias que se ejercen en las articulaciones durante el apoyo (60).

Durante el análisis de la marcha el uso de varias placas sincronizadas para captar cambios durante las fases de apoyo puede ser de gran utilidad, debido a que se registra con mayor precisión cualquier cambio presente en diferentes momentos del tiempo que se esté realizando la evaluación, como es el caso de estudios donde se usaron desde dos hasta ocho placas, teniendo en cuenta que al momento de evaluar un niño que presenta alteraciones del movimiento puede llegar a ser complicado que logre un apoyo válido para realizar el análisis (23, 22, 51, 62, 63).



Figura 72. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

Fuente. Imagen tomada de: Klöpfer-Krämer I, Brand A, Wackerle H, Müßig J, Kröger I, Augat P. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

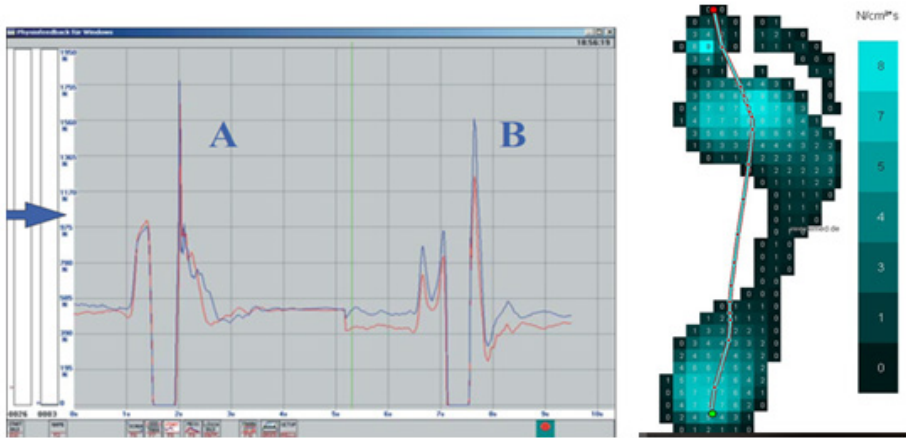


Figura 73. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

Fuente: Imagen tomada de: Klöpfer-Krämer I, Brand A, Wackerle H, Müßig J, Kröger I, Augat P. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment.

3.2.7 Medición de parámetros de marcha espacio-temporal (walkway)

Este método fue desarrollado para medir parámetros espacio-temporales cinéticos y cinemáticos, por medio de la fotogrametría y la electromiografía; son procedimientos que permiten capturar el movimiento de un individuo; la aplicación del sistema de Medición de parámetros de marcha espacio-temporal (walkway) consiste en la ubicación de marcadores en miembros inferiores los cuales a través de cámaras instaladas procesan mediante un programa la localización de los diferentes marcadores en el espacio; estos marcadores permiten calcular matemáticamente la orientación de los diferentes segmentos en el espacio al igual que los ángulos entre los segmentos (ángulos articulares); generalmente los programas de estos sistemas generan unos gráficos de posición-tiempo, con una figura que reproduce los movimientos registrados. Estos datos constituyen los valores cinemáticos (referentes al movimiento generado por un individuo) y permiten calcular los parámetros temporales básicos: velocidad

de la marcha, longitud del paso, zancada y cadencia, y evalúan los valores normales y específicos correspondientes a las diferentes condiciones de la marcha (descalzo, con ortesis, con zapatos, entre otros); por lo general los resultados evaluados se representan en una gráfica normalizada a un ciclo de marcha. Habitualmente se analizan los diferentes ciclos capturados con diferente color, en las extremidades inferiores derecha e izquierda; la aplicación de esta herramienta puede compararse fácilmente con estudios previos de marcha, como los tridimensionales (3D) que permiten la valoración de los problemas dinámicos rotacionales que no pueden valorarse mediante una observación habitual (38).

4. ROL DEL FISIOTERAPEUTA EN LA EVALUACIÓN DE LA MARCHA NEUROLÓGICA PEDIÁTRICA

El rol del fisioterapeuta en la evaluación de la marcha es muy importante, ya que se basa principalmente en el análisis biomecánico durante el ciclo de esta; el fisioterapeuta cumple una función fundamental ya que tiene un amplio conocimiento sobre el movimiento corporal humano en las diferentes etapas de la vida, el cual es su objeto de estudio. Considerando lo anterior, el fisioterapeuta es pieza fundamental en el estudio de anomalías de la marcha, ya sea consecuencia de patologías neuromusculares, osteomusculares o causas traumatológicas entre otras; a su vez este conocimiento lo hace indispensable para cualquier tipo de investigación que se enfoque en el análisis de la marcha, realizando un razonamiento clínico con el uso de herramientas y métodos que facilitan y brindan apoyo para obtener un resultado lo más objetivo posible.

Es de gran importancia la participación del fisioterapeuta en la evaluación de la marcha ya que es una actividad de la vida diaria fundamental para el ser humano, y que permite ser valorada mediante tres componentes como lo son, la observación, los instrumentos de evaluación y por último las técnicas de evaluación, las cuales son empleadas en el día a día para evaluar pacientes neurológicos con alteración funcionales en el patrón de marcha.

Con respecto a lo anterior el análisis de la marcha en el área pediátrica, es muy productivo ya que es una etapa de la vida en la que el desarrollo motor influye de manera significativa en la locomoción del ser humano; por otro lado es esta etapa del desarrollo en la que las alteraciones neurológicas influyen en el deterioro de la marcha. El fisioterapeuta es una pieza fundamental del pilar interdisciplinario, para planear, modificar y evaluar la atención que recibe el paciente, permitiendo favorecer el desarrollo del movimiento y así lograr las metas que se quieren. Todo lo anteriormente mencionado proporcionará una mayor independencia y de igual forma orientará el tratamiento y conocer su evolución, valorar la efectividad del tratamiento la terapia dependiendo cual sea su patología de base; también para la recuperación luego de intervenciones quirúrgicas y el requerimiento de otras ayudas técnicas en el área de la neurorrehabilitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Niño Rojas VM. Metodología e la investigación [Internet]. 2.a ed. Ediciones de la U; 2019 [citado 1 de abril de 2020]. 161 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=9546>
2. Ñaupas Paitan H. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis [Internet]. 5a ed. Ediciones de la U; 2018 [citado 1 de abril de 2020]. 560 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=8046>
3. Arias FG. El proyecto de investigación [Internet]. 6 ed. Caracas: Editorial Episteme; 2012 [citado 17 de abril de 2020]. 143 p. Disponible en: <https://openlibra.com/es/book/download/el-proyecto-de-investigacion-introduccion-a-la-metodologia-cientifica>
4. Hernández Sampieri R, Mendoza Tores CP. Metodología de la investigación [Internet]. 1.a ed. McGraw-Hill Interamericana; 2018 [citado 1 de abril de 2020]. 754 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=6443>
5. Yuni JA, Urbano CA. Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación.

- Volumen 2 Volumen 2 [Internet]. 2.a ed. Vol. 2. Editorial Brujas; 2014 [citado 4 de mayo de 2020]. 114 p. Disponible en: <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3185819>
6. García de la Figal Costales AE. Teoría y metodología de la investigación científica. [Internet]. 1a ed. Colombia: Alfaomega; 2018 [citado 4 de mayo de 2020]. 373 p. Disponible en: <https://usc.elogim.com:2717/reader/teoria-y-metodologia-de-la-investigacion-cientifica?location=4>
 7. Pimienta Prieto JH, Orden Hoz A de la, Estrada Coronado RM. Metodología de la investigación [Internet]. 1a ed. Pearson Educación; 2018 [citado 4 de mayo de 2020]. 203 p. Disponible en: <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/113259>
 8. Lerma González HD. Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto [Internet]. 5a ed. Ecoe Ediciones; 2016 [citado 4 de mayo de 2020]. 196 p. Disponible en: <http://usc.elogim.com:2142/?il=3745>
 9. Mensch SM, Rameckers EAA, Echteld MA, Evenhuis HM. Instruments for the evaluation of motor abilities for children with severe multiple disabilities: A systematic review of the literature. *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 17 de abril de 2020]; 47:185-98. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422215001390>
 10. Salavati M, Rameckers EAA, Waninge A, Krijnen WP, Steenbergen B, van der Schans CP. Gross motor function in children with spastic Cerebral Palsy and Cerebral Visual Impairment: A comparison between outcomes of the original and the Cerebral Visual Impairment adapted Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88-CVI). *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. enero de 2017 [citado 17 de abril de 2020]; 60:269-76. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S089142221630227X>
 11. Ferre-Fernández M, Murcia-González MA, Barnuevo Espinosa MD, Ríos-Díaz J. Measures of Motor and Functional Skills for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatric Physical Therapy* [Internet]. enero de 2020 [citado 18 de abril de 2020]; 32(1):12-25. Disponible en: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00001577-202001000-00004>

12. Clutterbuck GL, Auld ML, Johnston LM. High-level motor skills assessment for ambulant children with cerebral palsy: a systematic review and decision tree. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 1 de abril de 2020 [citado 18 de abril de 2020]; Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/dmcn.14524>
13. Lee B-H. Relationship between gross motor function and the function, activity and participation components of the International Classification of Functioning in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* [Internet]. octubre de 2017 [citado 17 de abril de 2020]; 29(10):1732-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5684000/>
14. Rethlefsen SA, Blumstein G, Kay RM, Dorey F, Wren TAL. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy revisited: influence of age, prior surgery, and Gross Motor Function Classification System level. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2017 [citado 28 de marzo de 2020]; 59(1):79-88. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.13205>
15. Öunpuu S, Gorton G, Bagley A, Sison-Williamson M, Hassani S, Johnson B, et al. Variation in kinematic and spatiotemporal gait parameters by Gross Motor Function Classification System level in children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2015 [citado 29 de marzo de 2020]; 57(10):955-62. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.12766>
16. Shi W, Yang H, Li C, Zhou M, Zhu M, Wang Y, et al. Expanded and revised gross motor function classification system: study for Chinese school children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* [Internet]. marzo de 2014 [citado 16 de junio de 2020]; 36(5):403-8. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2013.797512>
17. Tzikalagia T, Ramdharry G. Using the Edinburgh Visual Gait Score to assess gait in children with cerebral palsy: A feasibility evaluation. *International Journal of Therapy and Rehabilitation* [Internet]. 2 de octubre de 2017 [citado 2 de mayo de 2020]; 24(10):419-26. Disponible en: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/ijtr.2017.24.10.419>

18. Duque Orozco MP, Abousamra O, Church C, Lennon N, Henley J, Rogers KJ, et al. Reliability and validity of Edinburgh visual gait score as an evaluation tool for children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. septiembre de 2016 [citado 19 de marzo de 2020]; 49:14-8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636216300960>
19. Read FA, Boyd RN, Barber LA. Longitudinal assessment of gait quality in children with bilateral cerebral palsy following repeated lower limb intramuscular Botulinum toxin-A injections. *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. septiembre de 2017 [citado 19 de marzo de 2020]; 68:35-41. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422217301671>
20. Rech Folle M, Tedesco AP, D'Agostini Nicolini-Panisson. R Correlation Between Visual Gait Analysis and Functional Aspects in Cerebral Palsy. *Acta Ortop Bras* [Internet]. 6 de julio de 2016 [citado 23 de marzo de 2020]; 24(5):259-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5266657/>
21. Malt MA, Aarli Å, Bogen B, Fevang JM. Correlation between the Gait Deviation Index and gross motor function (GMFCS level) in children with cerebral palsy. *J Child Orthop* [Internet]. junio de 2016 [citado 29 de marzo de 2020]; 10(3):261-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4909653/>
22. Matsunaga N, Ito T, Noritake K, Sugiura H, Kamiya Y, Ito Y, et al. Correlation between the Gait Deviation Index and skeletal muscle mass in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* [Internet]. septiembre de 2018 [citado 29 de marzo de 2020]; 30(9):1176-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6127487/>
23. Ito T, Noritake K, Sugiura H, Kamiya Y, Tomita H, Ito Y, et al. Association between Gait Deviation Index and Physical Function in Children with Bilateral Spastic Cerebral Palsy: A Cross-Sectional Study. *J Clin Med* [Internet]. 20 de diciembre de 2019 [citado 23 de marzo de 2020]; 9(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7019325/>
24. Rasmussen HM, Nielsen DB, Pedersen NW, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A. Gait Deviation Index, Gait Profile Score and

- Gait Variable Score in children with spastic cerebral palsy: Intra-rater reliability and agreement across two repeated sessions. *Gait & Posture* [Internet]. julio de 2015 [citado 31 de marzo de 2020]; 42(2):133-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215004609>
25. McMulkin ML, MacWilliams BA. Application of the Gillette Gait Index, Gait Deviation Index and Gait Profile Score to multiple clinical pediatric populations. *Gait & Posture* [Internet]. febrero de 2015 [citado 3 de julio de 2020]; 41(2):608-12. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215000077>
 26. Ammann-Reiffer C, Bastiaenen CHG, Klöti C, van Hedel HJA. Concurrent Validity of Two Gait Performance Measures in Children with Neuromotor Disorders. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [Internet]. 4 de marzo de 2019 [citado 31 de marzo de 2020]; 39(2):181-92. Disponible en: <https://usc.elogim.com:2072/doi/full/10.1080/01942638.2017.1420003>
 27. Williams KS, Young DK, Burke GAA, Fountain DM. Comparing the WeeFIM and PEDI in neurorehabilitation for children with acquired brain injury: A systematic review. *Developmental Neurorehabilitation* [Internet]. 3 de octubre de 2017 [citado 20 de abril de 2020]; 20(7):443-51. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2017.1289419>
 28. Gilbertson TJ, Bjornson KF, McDonald C, Hafner BJ. Clinical Gait Measures for Ambulatory Children with Cerebral Palsy: A Review. *Journal of Prosthetics and Orthotics* [Internet]. enero de 2016 [citado 20 de abril de 2020]; 28(1):2-12. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTL-P:landingpage&an=00008526-201601000-00002>
 29. Rathinam C, Bateman A, Peirson J, Skinner J. Observational gait assessment tools in paediatrics – A systematic review. *Gait & Posture* [Internet]. junio de 2014 [citado 21 de abril de 2020]; 40(2):279-85. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636214004780>
 30. Evkaya A, Karadag-Saygi E, Karali Bingul D, Giray E. Validity and reliability of the Dynamic Gait Index in children with hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. enero de 2020 [citado 19 de marzo de 2020]; 75:28-33. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636219305065>

31. Carey H, Martin K, Combs-Miller S, Heathcock JC. Reliability and Responsiveness of the Timed Up and Go Test in Children with Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy* [Internet]. diciembre de 2016 [citado 1 de abril de 2020]; 28(4):401-8. Disponible en: https://journals.lww.com/pedpt/Fulltext/2016/28040/Reliability_and_Responsiveness_of_the_Timed_Up_and.12.aspx
32. Bandong ANJ, Madriaga GO, Gorgon EJ. Reliability and validity of the Four Square Step Test in children with cerebral palsy and Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 20 de abril de 2020]; 47:39-47. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S089142221500133X>
33. Sivarajah L, Kane KJ, Lanovaz J, Bisaro D, Oates A, Ye M, et al. The Feasibility and Validity of Body-Worn Sensors to Supplement Timed Walking Tests for Children with Neurological Conditions. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [Internet]. 27 de mayo de 2018 [citado 20 de abril de 2020]; 38(3):280-90. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2017.1357066>
34. Balzer J, Marsico P, Mitteregger E, van der Linden ML, Mercer TH, van Hedel HJA. Influence of trunk control and lower extremity impairments on gait capacity in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* [Internet]. 26 de septiembre de 2017 [citado 30 de marzo de 2020]; 40(26):3164-70. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28944697/?from_term=Observational+gait+analysis+or+OGA&from_filter=simsearch2.fff-ft%2Csimsearch3.fff%2Cdsl.y_10&from_page=3&from_pos=1
35. Kane KJ, Lanovaz J, Bisaro D, Oates A, Musselman KE. Preliminary study of novel, timed walking tests for children with spina bifida or cerebral palsy. *SAGE Open Medicine* [Internet]. enero de 2016 [citado 19 de marzo de 2020]; 4:205031211665890. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2050312116658908>
36. Ridao-Fernández C, Pinero-Pinto E, Chamorro-Moriana G. Observational Gait Assessment Scales in Patients with Walking Disorders: Systematic Review. *Biomed Res Int* [Internet]. 2019 [citado 20 de abril de 2020]; 2019:2085039. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6875351/>

37. Paci M, Mini G, Marchettini M, Ferrarello F. The Salford Gait Tool: Does the clinical experience of the raters influence the inter-rater reliability? *Developmental Neurorehabilitation* [Internet]. 17 de febrero de 2018 [citado 20 de abril de 2020]; 21(2):131-2. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2016.1247922>
38. Zanudin A, Mercer TH, Jagadamma KC, van der Linden ML. Psychometric properties of measures of gait quality and walking performance in young people with Cerebral Palsy: A systematic review. *Gait & Posture* [Internet]. octubre de 2017 [citado 20 de abril de 2020]; 58:30-40. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096663621730704X>
39. Toro B, Nester CJ, Farren PC. The Development and Validity of the Salford Gait Tool: An Observation-Based Clinical Gait Assessment Tool. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. marzo de 2007 [citado 21 de abril de 2020]; 88(3):321-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999306015875>
40. Ardolino EM, Mulcahey MJ, Trimble S, Argetsinger L, Bienkowski M, Mullen C, et al. Development and Initial Validation of the Pediatric Neuromuscular Recovery Scale: Pediatric Physical Therapy [Internet]. 2016 [citado 28 de abril de 2020]; 28(4):416-26. Disponible en: <http://journals.lww.com/00001577-201628040-00016>
41. Ardolino E, Flores M, Ferreira G, Jeantete SN, Manella K. Interrater Reliability of the Pediatric Neuromuscular Recovery Scale in Children with Spina Bifida. *Developmental Neurorehabilitation* [Internet]. 2 de abril de 2020 [citado 28 de abril de 2020]; 23(3):160-5. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518423.2019.1604581>
42. Flores MB, Manella KJ, Ardolino EM. Relationship between Movement Quality, Functional Ambulation Status, and Spatiotemporal Gait Parameters in Children with Myelomeningocele. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [Internet]. 6 de marzo de 2020 [citado 28 de abril de 2020]; 1-13. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2020.1736233>

43. Flux E, van der Krogt MM, Cappa P, Petrarca M, Desloovere K, Harlaar J. The Human Body Model versus conventional gait models for kinematic gait analysis in children with cerebral palsy. *Human Movement Science* [Internet]. abril de 2020 [citado 10 de junio de 2020]; 70:102585. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016794571930538X>
44. Nieuwenhuys A, Papageorgiou E, Desloovere K, Molenaers G, De Laet T. Statistical Parametric Mapping to Identify Differences between Consensus-Based Joint Patterns during Gait in Children with Cerebral Palsy. *PLoS One* [Internet]. 12 de enero de 2017 [citado 22 de marzo de 2020];12(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5231378/>
45. Brændvik SM, Gohl T, Braaten RS, Vereijken B. The Effect of Increased Gait Speed on Asymmetry and Variability in Children with Cerebral Palsy. *Front Neurol* [Internet]. 30 de enero de 2020 [citado 22 de marzo de 2020];10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7002475/>
46. Carcreff L, Fluss J, Allali G, Valenza N, Aminian K, Newman CJ, et al. The effects of dual tasks on gait in children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. mayo de 2019 [citado 19 de marzo de 2020]; 70:148-55. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636218314942>
47. Sanz-Mengibar JM, Altschuck N, Sanchez-de-Munian P, Bauer C, Santonja-Medina F. Position Between Trunk and Pelvis During Gait Depending on the Gross Motor Function Classification System: Pediatric Physical Therapy [Internet]. abril de 2017 [citado 15 de abril de 2020];29(2):130-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00001577-201704000-00008>
48. Jung T, Kim Y, Kelly LE, Abel MF. Biomechanical and perceived differences between overground and treadmill walking in children with cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. marzo de 2016 [citado 6 de mayo de 2020]; 45:1-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215009728>
49. Taborri J, Palermo E, Rossi S, Cappa P. Gait Partitioning Methods: A Systematic Review. *Sensors (Basel)* [Internet]. 6 de enero de 2016 [citado 24 de abril de 2020];16(1):20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4732099/>

50. Tracy JB, Petersen DA, Pigman J, Conner BC, Wright HG, Modlesky CM, et al. Dynamic stability during walking in children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture* [Internet]. julio de 2019 [citado 19 de marzo de 2020]; 72:182-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636219302930>
51. Klöpfer-Krämer I, Brand A, Wackerle H, Müßig J, Kröger I, Augat P. Gait analysis – Available platforms for outcome assessment. *Injury* [Internet]. noviembre de 2019 [citado 24 de abril de 2020]; S0020138319307089. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138319307089>
52. Chen X, Liao S, Cao S, Wu D, Zhang X. An Acceleration-Based Gait Assessment Method for Children with Cerebral Palsy. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2 de mayo de 2017 [citado 19 de marzo de 2020]; 17(5). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5469525/>
53. Carcreff L, Gerber CN, Paraschiv-Ionescu A, De Coulon G, Newman CJ, Armand S, et al. What is the Best Configuration of Wearable Sensors to Measure Spatiotemporal Gait Parameters in Children with Cerebral Palsy? *Sensors (Basel)* [Internet]. 30 de enero de 2018; 18(2):17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5855531/>
54. Contini BG, Bergamini E, Alvinì M, Di Stanislao E, Di Rosa G, Castelli E, et al. A wearable gait analysis protocol to support the choice of the appropriate ankle-foot orthosis: A comparative assessment in children with Cerebral Palsy. *Clinical Biomechanics* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 19 de marzo de 2020]; 70:177-85. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003318308775>
55. Mannini A, Martínez-Manzanera O, Lawerman TF, Trojaniełlo D, Croce UD, Sival DA, et al. Automatic classification of gait in children with early-onset ataxia or developmental coordination disorder and controls using inertial sensors. *Gait & Posture* [Internet]. febrero de 2017 [citado 27 de mayo de 2020]; 52:287-92. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636216306889>
56. Carcreff L, Gerber CN, Paraschiv-Ionescu A, De Coulon G, Newman CJ, Aminian K, et al. Comparison of gait characte-

- ristics between clinical and daily life settings in children with cerebral palsy. *Sci Rep* [Internet]. 7 de febrero de 2020 [citado 31 de marzo de 2020];10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7005861/>
57. Gerber CN, Carcreff L, Paraschiv-Ionescu A, Armand S, Newman CJ. Reliability of single-day walking performance and physical activity measures using inertial sensors in children with cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [Internet]. abril de 2019 [citado 28 de marzo de 2020]; S1877065719300338. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877065719300338>
 58. Meyns P, Van Gestel L, Leunissen I, De Cock P, Sunaert S, Feys H, et al. Macrostructural and Microstructural Brain Lesions Relate to Gait Pathology in Children with Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. octubre de 2016 [citado 20 de marzo de 2020];30(9):817-33. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968315624782>
 59. Rasmussen HM, Pedersen NW, Overgaard S, Hansen LK, Dunkhase-Heinl U, Petkov Y, et al. The use of instrumented gait analysis for individually tailored interdisciplinary interventions in children with cerebral palsy: a randomised controlled trial protocol. *BMC Pediatr* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 17 de junio de 2020];15(1):202. Disponible en: <http://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-015-0520-7>
 60. van der Krogt MM, Sloot LH, Buizer AI, Harlaar J. Kinetic comparison of walking on a treadmill versus over ground in children with cerebral palsy. *Journal of Biomechanics* [Internet]. octubre de 2015 [citado 31 de marzo de 2020]; 48(13):3577-83. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929015004431>
 61. Zulkifli SS, Loh WP. A state-of-the-art review of foot pressure. *Foot and Ankle Surgery* [Internet]. enero de 2020 [citado 24 de abril de 2020];26(1):25-32. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1268773118300857>
 62. Nieuwenhuys A, Papageorgiou E, Molenaers G, Monari D, Laet T de, Desloovere K. Inter- and intrarater clinician agreement on joint motion patterns during gait in children with cerebral

- palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2017 [citado 28 de marzo de 2020];59(7):750-5. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.13404>
63. Gonçalves RV, Fonseca ST, Araújo PA, Araújo VL, Barboza TM, Martins GA, et al. Identification of gait events in children with spastic cerebral palsy: comparison between the force plate and algorithms. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [Internet]. junio de 2019 [citado 2 de mayo de 2020]; S1413355519300760. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1413355519300760>

